

Joel Heikkinen

Talotekniikan toimintatapojen yhtenäistäminen ja vakiointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

14.10.2015

Tekijä Otsikko	Joel Heikkinen Talotekniikan toimintatapojen yhtenäistäminen ja vakiointi
Sivumäärä Aika	41 sivua 14.10.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, suunnittelupainotteinen
Ohjaajat	talotekniikkapäällikkö Jari Toikka laatu- ja ympäristövastaava Joonas Saikkonen lehtori Erkki Sainio
<p>Työ tehtiin NCC Rakennus Oy:n toimeksiantona, ja sen tarkoituksena oli yhtenäistää ja vakioida heillä työskentelevien talotekniikka-asiantuntijoiden toimintatapoja.</p> <p>Työ oli tarpeellinen, sillä TATE-asiantuntijoilla on usein toisistaan eriävät taustat ja lähtökohtansa työhön, jonka vuoksi heillä on jokseenkin eriävät käsitykset heidän tehtävistään ja vastuualueistaan. Tämän ratkaisemiseksi työn tärkeimpänä tuotteena luotiin TATE-asiantuntijoiden tehtäväluettelo, johon merkittiin TATE-asiantuntijoiden roolit tehtävittäin, useimmiten käytetyissä urakkamuodoissa.</p> <p>Käytetyt urakkamuodot olivat kokonaisvastuurakentaminen, projektinjohtourakka suunnittelun ohjauksella, projektinjohtourakka ilman suunnittelunohjausta, kokonaisurakka ja kokonaisurakka alistetulla sivu-urakalla. Tehtäväluetteloon merkittiin tehtävittäin roolit: v (vastuussa), o (osallistuu) tai - (ei osallistu).</p> <p>Tehtäväluettelo luotiin keräämällä tietoa NCC:n omista toimintajärjestelmistä, henkilöstön kokemuksista ja muista rakennusalan tietokannoista. Tuottavin tiedonkeruu- ja luomisvaihe oli TATE-asiantuntijoiden kanssa pidetyt workshop-palaverit.</p> <p>Lisäksi työssä on selitetty, mitä TATE-asiantuntijoiden tehtäväluettelossa mainitut tehtävät pitävät sisällään ja miten tehtäväluetteloa pitää lukea.</p> <p>Tehdyn tehtäväluettelon huono puoli on se, että sitä täytyy osata lukea oikealla ajatuksella. Jos luetteloa lukee niin sanotusti kirjaimellisesti, se voi olla jopa hieman harhaanjohtava.</p>	
Avainsanat	asiantuntija, tehtävä, tehtäväluettelo, toimintatavat

Author Title	Joel Heikkinen Standardisation of working methods in building services engineering
Number of Pages Date	41 pages 14 October 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructors	Jari Toikka, Manager, HVAC Joonas Saikkonen, Quality and Environment Supervisor Erkki Sainio, Senior Lecturer
<p>The goal for this Bachelor's thesis was to standardize the working methods of the building services engineering specialists in a construction company. Therefore, the main product to create was a task list for such specialists. The list was created by gathering information from the staff's experiences, the company's intranet sites and other construction-related databases. The majority of the list was done in workshop-kind of meetings with the building services specialists.</p> <p>As a result, the task list was successfully created. The list shows the role of the specialist for each task in the most commonly used types of contract in construction projects. The alternative roles for the specialist according to the list are either responsible for a task, participant in the task or not involved.</p> <p>The task list sets a standard for the area of responsibilities of building services specialists in the particular construction company. The downside of the list is that it only offers three roles to choose from. Therefore, there is bound to be some differences in their actual meanings. To avoid this, the reader needs to use his or her own judgement.</p>	
Keywords	task list, building services specialist, working methods

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Yleistä	1
1.2	Insinööriyön tavoitteet	1
1.3	Tiedonkeruumenetelmät	2
1.4	Työn rajaus	2
2	Tutkimuksen taustatiedot	2
2.1	NCC AB	2
2.1.1	NCC yleisesti	2
2.1.2	Historia	3
2.1.3	NCC Rakennus Oy	4
2.2	Talotekniikka	5
2.3	Yleisimpien toteutusmuotojen esittely	6
2.3.1	Projektinjohtourakka	6
2.3.2	KVR- tai SR-urakka	7
2.3.3	Kokonaisurakka	8
2.3.4	Kokonaisurakka alistetulla sivu-urakalla	9
3	Tehtäväluettelon tarve, valmistusprosessi, haasteet ja käyttö	10
3.1	Ongelmat TATE-asiantuntijoiden nykyisessä toiminnassa	10
3.2	Työn haasteet ja ongelmakohdat	11
3.3	Tehtäväluettelon valmistusprosessi	12
3.4	Tehtäväluettelo ja sen käyttö	13
4	Tehtäväluettelon sisältö	14
4.1	Projektikehitys	15
4.2	Rakentamisen valmistelu	17
4.2.1	Projektin organisointi	19
4.2.2	Lupa- ja ilmoitusasiat	20
4.2.3	Asiakas ja informaatio	21
4.2.4	Laadun suunnittelu, -ohjaus, -valvonta ja todentaminen	22
4.2.5	Riskit ja niiden torjunta	24

4.2.6	Aikataulusuunnittelu	24
4.2.7	Kustannusohjaus ja valvonta	25
4.2.8	Turvallisuus	25
4.3	Rakentaminen	26
4.3.1	Suunnittelun ohjaus	27
4.3.2	Aikataulusuunnittelu	29
4.3.3	Hankintojen suunnittelu ja toteutus	29
4.3.4	Kustannusohjaus ja -valvonta	30
4.3.5	Laadun suunnittelu, -ohjaus, -valvonta ja todentaminen	30
4.3.6	Turvallisuus	32
4.3.7	Työmaan kokoukset ja palaverit	32
4.4	Viimeistely ja käyttöönotto	34
5	Päätelmät	38
	Lähteet	40

Lyhenteitä ja käsitteitä

AB	Aktiebolag. Ruotsia, tarkoittaa osakeyhtiötä. Vastaava suomenkielinen lyhenne on Oy.
IV	Ilmanvaihto
KK	Kaukokylmä
KL	Kaukolämpö
KR	Korjausrakentaminen
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen
KVV	Kiinteistön vesi ja viemäri
LVISA	Lämpö, vesi, ilma, sähkö ja automaatio
PJU	Projektinjohtourakka
PKS	Pääkaupunkiseutu
SPR	Sprinkleri
TATE	Talotekniikka
TR	Talonrakentaminen
TTS	Työnturvallisuussuunnitelma
YSE	Yleiset sopimusehdot

1 Johdanto

1.1 Yleistä

Insinööritöitä tehdään NCC Rakennus Oy:n toimeksiantona. NCC teettää talotekniset työnsä pääosin aliurakoitsijoilla. Tämän vuoksi NCC:llä on omia talotekniikka-asiantuntijoita, joilla saadaan varmistettua korkean laatutason vaatima osaaminen myös NCC:n puolelle. Tämä on todella tärkeää, sillä talotekniikan osuus voi yltyä jopa kolmannekseen projektin kokonaiskustannuksista ja osuus kasvaa jatkuvasti.

Asiantuntijaksi ei kuitenkaan voi valmistua suoraan koulusta, vaan työhön tarvitaan kokemusta talotekniikan suunnittelu-, rakennuttamis-, valvonta-, konsultointi- tai työnjohtotöistä. On siis luonnollista, että asiantuntijoilla on työhön yksilölliset lähtökohdat. On todennäköistä, että LVI-taustaisella asiantuntijalla on tarkempi käsitys LVI-töistä kuin asiantuntijalla, jonka tausta on sähköpuolelta. Tämä ero todennäköisesti myös näkyy heidän tavoissaan toimia, sillä ihmisillä on tapana pitäytyä omalla mukavuusalueellaan. Vakioituja toimintatapoja käyttämällä tavoitettaisiin useita etuja: Työ olisi selkeämpää ja yhdenmukaisempaa, asiakkaallekin saataisiin aina yhdenmukainen tuote ja toisen asiantuntijan tuuraus olisi helpompaa, kun menettelytavat olisivat aina tuttuja.

Talotekniikka-asiantuntijoiden kaikille tehtäville ja vastuualueille ei myöskään ole yhtenäistä linjausta. Työssä on tarkoitus tutkia rakennusprojektien talotekniikka-asiantuntijoiden tehtäviä ja vastuualueita yleisimmin käytetyissä urakkamuodoissa. Asiantuntijoitakin on käytössä rajallinen määrä, joten tuotannon tehokkuuden kannalta on tärkeää, että resurssit käytetään oikeisiin paikkoihin.

1.2 Insinööritöiden tavoitteet

Insinööritöiden tavoitteena on kehittää NCC Rakennus Oy:n yleisemmin käytettyjen urakkamuotojen tehtäviä ja vastuualueita talotekniikan osalta. Työssä on tarkoitus laatia talotekniikan tehtäväluettelo NCC Rakennus Oy:n yleisimmin käytettyihin urakkamuotoihin.

1.3 Tiedonkeruumenetelmät

Tietoa kerätään NCC Rakennus Oy:n tietokannoista, muista rakennusalan tietokannoista ja NCC:n henkilöstöä haastatteleamalla. TATE-asiantuntijoita haastatteleamalla on tarkoitus saada palautetta ja kehitysideoita tehtäväluettelolle.

1.4 Työn rajaus

Työtä tarkastellaan vain NCC Rakennus Oy:n talonrakentamisen ja korjausrakentamisen yksiköiden kannalta. Hankinta on rajattu työstä pois. Myös linjasaneerauskohteet jätetään työssä huomioimatta.

2 Tutkimuksen taustatiedot

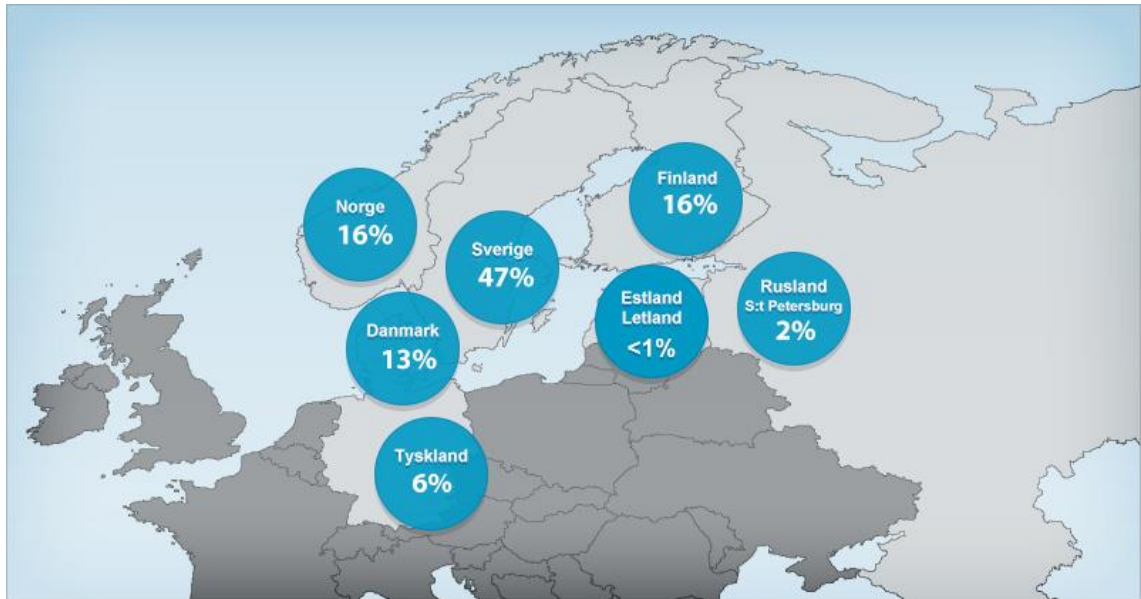
2.1 NCC AB

2.1.1 NCC yleisesti



Kuva 1. NCC:n logo [21].

NCC (logo kuvassa 1) on yksi johtavista rakentamisen, kiinteistökehityksen ja infrastruktuurin yrityksistä Pohjois-Euroopassa (kuva 2). Vuonna 2014 NCC:n liikevaihto oli 6,3 miljardia euroa ja henkilöstön määrä 18 000. [1] Nimi NCC ei ole lyhenne, mutta tulee sanoista Nordic Construction Company [3]. Konsernin pääomistus on Ruotsissa.



Kuva 2. NCC toimii koko Pohjois-Euroopassa. Luvut kertovat maakohtaisen osuuden konsernin liikevaihdosta [1].

Suomessa NCC jakautuu kolmeen osaan, jotka ovat NCC Rakennus, NCC Roads ja NCC Property Development. Suomessa liikevaihto oli vuonna 2013 noin 950 miljoonaa euroa ja henkilöstön määrä 2 786 [2]. NCC Rakennus Oy:n tytäryhtiö on Optiplan Oy, joka on täyden palvelun suunnittelutoimisto [4].

Kiinteistökehittämisestä vastaa toimitilojen osalta NCC Property Development ja asuminen osalta NCC Asuminen. Rakentamisesta vastaa NCC Rakennus, ja kiviaines-, asfaltti- ja tienhoitotoiminnoista NCC Roads. [5]

2.1.2 Historia

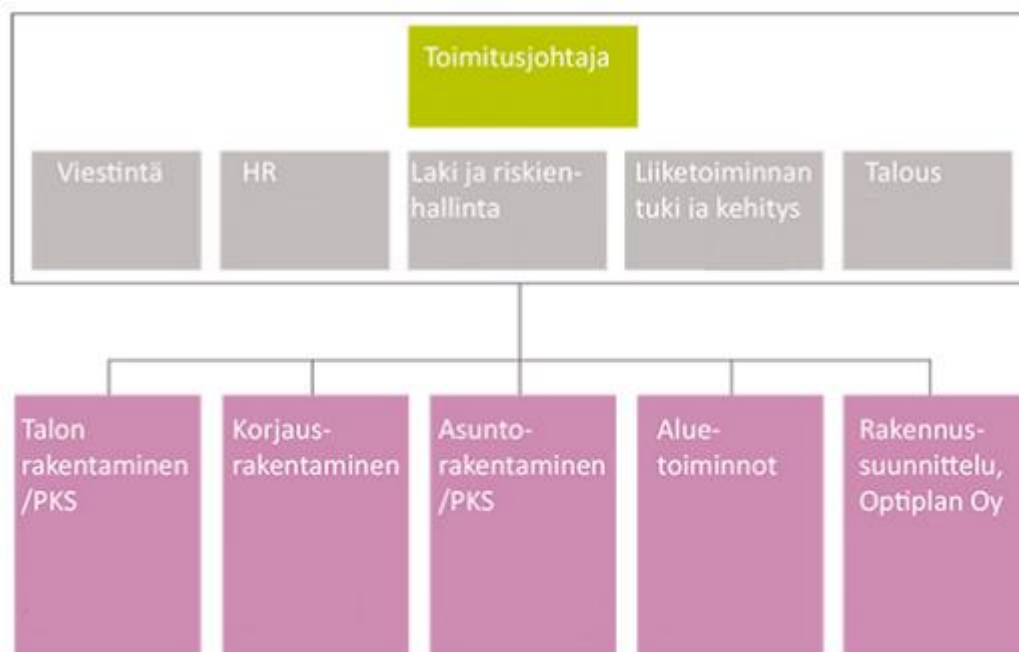
Vuoden 1887 lopussa Nordstjernan AB alkoi hankkia osuuksia ABV:stä (Armerad Betong Vägförbättringar). Tuolloin Nordstjernan AB:lla oli oma rakennusyritys nimeltä JCC (Johnson Construction Company). Alkuvuodesta 1888 Nordstjernan lisäsi ABV:n osuuksiaan ja ABV:tä alettiin pitää Nordstjernan tytäryhtiönä. Samana vuonna JCC:n johtaja Torsten Eriksson nimitettiin myös ABV:n johtajaksi. [6]

Kesäkuussa 1888 yhtiöiden pääjohtaja ilmoitti yhdistymisestä. Tuolloin henkilöstön määrä oli noin 20 000. Saman vuoden syyskuussa konsernin rakenne oli muodostettu. Yhtiö sai nimen NCC. Virallisesti NCC Group perustettiin 1.1.1889. [6]

Nordstjern (= Nordstjärn) tarkoittaa pohjantähteä, josta NCC:n tähtilogo juontaakin juurensa. [6]

Suomessa NCC:n historia ulottuu vuoteen 1947, kun Armas Puolimatka perusti rakennusyrityksensä. Vuonna 1985 yritys siirtyi Hankkijan omistukseen. Vuonna 1990 Hankkija muuttui Novera-Yhtymäksi. Novera meni konkurssiin vuonna 1992, ja omistus siirtyi Kansallis-Osake-Pankille. Vuonna 1993 Puolimatka ja Rakennus-Ruola fuusioitui. Vuonna 1996 nimeksi vaihtui NCC Puolimatka Oy, kun NCC AB osti Puolimatkan rakennustoiminnan ja rakennussuunnittelun. Vuonna 1999 nimi vaihtui NCC Finland Oy:ksi, ja vuonna 2003 se jakautui NCC Rakennus Oy:ksi, NCC Roads Oy:ksi ja NCC Property Development Oy:ksi. [3]

2.1.3 NCC Rakennus Oy



Kuvio 1. NCC Rakennus Oy:n organisaatiokaavio [4].

NCC Rakennus Oy (kuvio 1) teettää kaikki pääkaupunkiseudun talon- ja korjausrakentamisen yksiköiden talotekniikkatyönsä aliurakoitsijoilla. Tämän vuoksi NCC:llä on omia talotekniikka-asiantuntijoita, joilla hankintojen, suunnittelun ohjauksen ja laadunvalvonnan vaatima osaaminen saadaan varmistettua myös NCC:n puolelle.

Asiantuntijatehtävät vaativat vahvaa kokemusta alan töistä, tosin mitään virallista vaatimusta ei ole. Tavallisesti talotekniikka-asiantuntijaksi voi siirtyä suunnittelu-, rakennuttamis-, valvonta-, työnjohto- tai konsultointitehtävistä.

NCC Rakennus Oy:n talotekniikka-asiantuntijatiimi sisältää tällä hetkellä noin 15 asiantuntijaa. Asiantuntijoiden osaamisen laajuus vaihtelee. Joillakin on perusosaaminen kaikkiin LVISA-töihin, ja joillain saattaa olla syvä erikoisosaaminen jollain tietyllä alueella. Nämä osaamisalueet luonnollisesti huomioidaan, kun asiantuntijoita sijoitetaan projekteihin.

2.2 Talotekniikka

Talotekniikalla tarkoitetaan kiinteistön ja siihen liittyvien tilojen teknisten palveluiden, järjestelmien ja laitteiden muodostamaa kokonaisuutta [13]. Talotekniikka sisältää mm.

- lämmitysjärjestelmät
- vesi- ja viemärijärjestelmät
- ilmastointijärjestelmät
- kylmätekniset järjestelmät
- kaasujärjestelmät
- höyryjärjestelmät
- palontorjuntajärjestelmät
- rakennusautomaatiojärjestelmät
- sähköjärjestelmät
- tietoliikenne- ja viestintäjärjestelmät
- hissit, liukuportaat ja liukukäytävät [14].

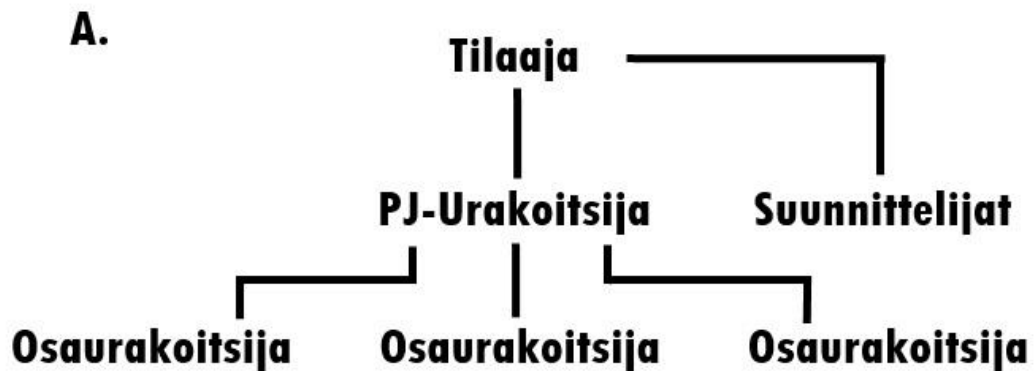
2.3 Yleisimpien toteutusmuotojen esittely

2.3.1 Projektinjohtourakka

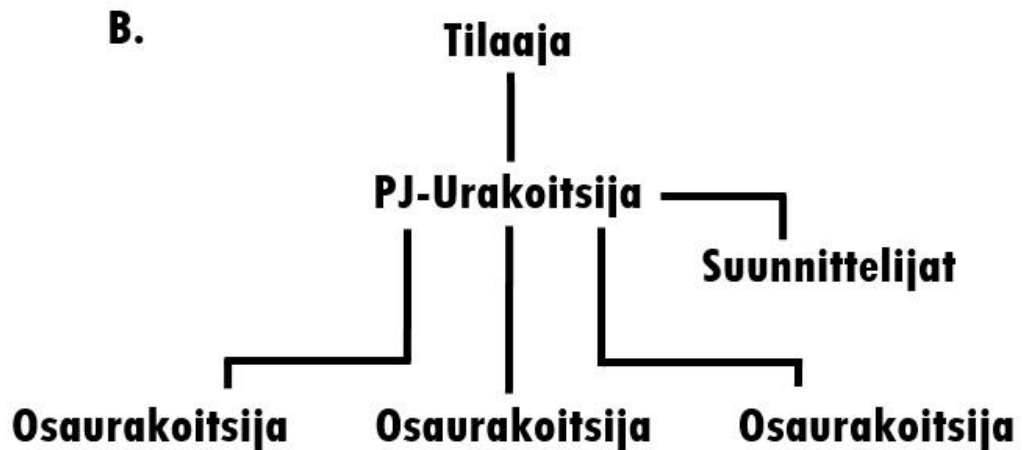
Tyypillisesti projektinjohtourakoitsijan tehtävänä on rakennuttaminen, työmaanjohto, rakennustyö sekä hankinnat [7]. Projektinjohtourakassa käytetään maksuperusteena sekä kiinteää että aikaveloituspalkkiota [22]. Projektinjohtotehtävät ja työmaapalvelut veloitetaan kiinteällä palkkiolla, työmaan johtotehtävät kiinteällä ja aikaveloituspalkkiolla sekä varsinainen rakennustyö ja hankinnat laskutositteiden perusteella [22].

Yhtenä projektinjohtourakan erityispiirteenä voidaan pitää korostettua yhteistyön merkitystä, eli lojaliteettiperiaatetta. Lojaliteettiperiaate tarkoittaa sitä että sopimuskumppanien on ajettava toisiensa etuja molemmin puolin, mutta kuitenkin sillä kohtuudella ettei itselle aiheudu tarpeetonta haittaa. [22]

Projektinjohtourakoinnin sopimussuhteista on pääasiassa kaksi eri variaatiota. Suunnittelijat voivat olla sopimussuhteessa joko tilaajaan (kuvio 2) tai projektinjohtourakoitsijaan (kuvio 3). [7]



Kuvio 2. Kaaviossa on kuvattu projektinjohtourakan ensimmäinen variaatio [7]. Suunnittelijat ovat tilaajan kautta.



Kuvio 3. Kaaviossa on kuvattu projektinjohtourakan toinen variaatio [7]. Suunnittelijat ovat projektinjohtourakoitsijan kautta.

2.3.2 KVR- tai SR-urakka

Kokonaisvastuurakentamisesta käytetään myös muita nimiä kuten SR-urakka (suunnittele ja rakenna) sekä avaimet käteen -urakka. Nimiensä mukaisesti KVR-urakassa urakoitsija suunnittelee ja suorittaa varsinaisen rakennustyön. [17]

Perinteisestä kokonaisurakasta poiketen KVR-urakassa kohteen suunnitelmat ovat siis urakoitsijan, eivätkä tilaajan tai rakennuttajan vastuulla [17]. Rakennuttaja antaa ohjaavat viitesuunnitelmat, joiden mukaan suunnittelu toteutetaan [7]. Täten urakoitsijan vastuu on KVR-urakassa laajempi kuin esimerkiksi perinteisessä kokonaisurakassa (kuvio 4) [17].



Kuvio 4. Kokonaisvastuu-urakan sopimussuhteet [8]. Suunnittelu sisältyy KVR-urakoitsijalle.

KVR-urakan etuja rakennuttajan kannalta ovat selkeä vastuunjako, nopea toteutusprosessi, pieni oma organisaatio ja kokonaishinnan aikainen tiedostaminen. KVR-urakan etuja urakoitsijan kannalta ovat osaamisen hyödyntämismahdollisuudet, rajoitettu kilpailu, laajemmat hankintalähteet ja riippumattomuus muista urakoitsijoista työn kulussa. [7]

Tilaajan kannalta ongelmiksi voi muodostua suunnittelijoiden ja tuotteiden tasot, jotka voivat olla vain minimivaatimukset täyttäviä urakoitsijan tinkiessä kustannuksista. Lisäksi suunnittelun päähuomio on rakennuskustannuksissa ja ylläpitokustannukset jäävät rakennuttajan arvioitavaksi. [7]

2.3.3 Kokonaisurakka

Kokonaisurakka on perinteisin urakkamuoto. Rakennuttaja on sopinut yhdestä urakasta pääurakoitsijan kanssa, joka jälleen teettää tarvittavat aliurakat aliurakoitsijoilla. Aliurakoitsijat eivät ole sopimussuhteessa rakennuttajaan, vaan pääurakoitsija vastaa aliurakoitsijoiden töistä kuin omistaan (kuvio 5). [17]



Kuvio 5. Kokonaisurakan sopimussuhteet [8]. Suunnittelu tulee rakennuttajan kautta.

Kokonaisurakan etuja ovat suppea rakennuttajaorganisaatio, yksiselitteinen vastuunjaako, helppo koordinointi ja se, että rakennuttajan ei tarvitse puuttua pää- ja aliurakoitsijoiden riitakysymyksiin. [7]

Toisaalta kokonaishinta ei aina ole yhtä pieni kuin edullisempien osahintojen yhdistelmä. Lisäksi työmaalla voi toimia rakennuttajan kannalta ei-toivottuja aliurakoitsijoita. Tämä tosin voidaan estää erillisin sopimuksin. [7]

2.3.4 Kokonaisurakka alistetulla sivu-urakalla

Alistetussa sivu-urakassa (kuvio 6) sivu-urakoitsija, rakennuttaja ja pääurakoitsija tekevät yhdessä erillisen alistamissopimuksen. Alistamissopimuksessa korostetaan sivu-urakoitsijan velvollisuutta pääurakoitsijan ohjeiden noudattamiseen ja sovitaan urakoitsijoiden keskinäinen vastuu. [9]



Kuvio 6. Sivu-urakoitsija on sopimussuhteessa rakennuttajaan. Sivu-urakka on alistettu pääurakoitsijaan. [9]

Pääurakoitsija on vastuussa eri työvaiheiden yhteensovittamisesta [17].

3 Tehtäväluettelon tarve, valmistusprosessi, haasteet ja käyttö

3.1 Ongelmat TATE-asiantuntijoiden nykyisessä toiminnassa

Nykyhetkellä NCC Rakennus Oy:llä työskentelevät talotekniikka-asiantuntijat toimivat kukin vähän omalla tavallaan. Myös TATE-asiantuntijoiden käsitykset heidän tehtävä- ja vastuualueistaan ovat hieman toisistaan poikkeavia. Toimintatapojen eriävyyksillä tarkoitetaan mm. sitä, että dokumentteja ja laadunvarmistustoimia tehdään vaihtelevissa määrin ja eri tavoin. Tällöin voidaan olettaa tuotetun laatutasonkin olevan jossain määrin vaihtelevaa. [18]

Jotta virheitä syntyisi mahdollisimman vähän, tulisi meidän pyrkiä mahdollisimman systemaattiseen rakennusprosessiin. On toki selvää, että harva rakennuskohde, varsinkin korjausrakentamisessa, on täysin samanlainen ja inhimillisiä erheitä tapahtuu väistämättä. Kuitenkin tarkoitus on tehdä toiminnasta niin järjestelmällistä kuin vain mahdollista.

Jos asiantuntija jää esimerkiksi pitkälle sairauslomalle, joutuu joku häntä todennäköisesti tuuraamaan. Nykytilanteessa kuluu useita tunteja, sähköposteja ja puheluita, kun täy-

tyy ensin oppia ymmärtämään toisen ajatusmaailma, jotta ymmärtää, mitä missäkin asiakirjassa on mihinkin täytetty ja miksi. Lienee sanomattakin selvää, että yhtenäisillä toimintatavoilla tämä ongelma ainakin pienenisi huomattavasti. Ihannetilanteessa ei tarvitsisi kuin siirtyä toisen tilalle ja jatkaa siitä, mihin on jääty. [18]

Myös asiakkaiden puolelta on saatu palautetta asiakirjojen eriävyyksiä koskien. Luonnollisesti asiakkaille tahdotaan tarjota parasta mahdollista palvelua, ja yhtenäiset toimintatavat parantaisivat myös tätä osa-aluetta. Sama pätee yrityksen sisäiseen asiakaspalveluun. Tällä hetkellä esimerkiksi rakennuskohteen vastaava mestari tuskin tarkalleen tietää, miten kukin TATE-asiantuntija toimii. Tämä korostuu varsinkin, jos kyseinen mestari ei ole talotekniikka-asioista hyvin perillä. Ulkopuolinen oppii esimerkiksi paljon helpommin lukemaan talotekniikkaan liittyviä dokumentteja, kun ne pysyvät samanlaisina. [18]

3.2 Työn haasteet ja ongelmakohdat

Insinööriyön päätavoitteena on yhtenäistää ja vakioida talotekniikka-asiantuntijoiden toimintatapoja. Tämän päämäärän saavuttamiseksi tässä työssä on tarkoitus laatia talotekniikka-asiantuntijoiden tehtäväluettelo NCC Rakennus Oy:llä yleisimmin käytetyille urakkamuodoille.

Tarkkaa tietoa TATE-asiantuntijoiden tehtävistä ja rooleista ei dokumentoituna ennestään ole, eli tietoa on pääosin kerättävä TATE-asiantuntijoiden sekä muiden johtohenkilöiden kokemuksista ja näkemyksistä. Tämän lisäksi erityistä lisähaastetta tuo se, että toimintatapoja on samalla myös uudistettava. Luettelosta on tehtävä sellainen, että se vastaa NCC:n arvoja ja on kaikin puolin optimaalinen. Ei siis riitä, että kerätään tietoa siitä, miten aiemmin on toimittu, vaan on selvitettävä, miten pitäisi toimia.

Täysin valmista ja lopullista tehtäväluetteloa ei tässä työssä välttämättä saada tehtyä, mutta pyrkimyksenä on luoda sille mahdollisimman kattava pohja. Ideana onkin, että laadittu tehtävälista jää käyttöön elämään ja sitä täydennetään ja jalostetaan ajan mittaan.

3.3 Tehtäväluettelon valmistusprosessi

NCC:n vanhoja tehtävälistoja ja muita laadunvarmistusdokumentteja hyödyntäen saatiin tehtyä alustava tehtäväluettelo. Ensimmäisestä versiosta puuttui paljon tehtäviä, ja sen sijaan se sisälsi paljon ylimääräisiä. Tehtäväluetteloa lähdettiin aluksi jalostamaan minun, ohjaajani (NCC:n puolelta) ja muutaman talotekniikka-asiantuntijan voimin, lyhkäisissä workshop-tyylisissä palaverissa. Palaverissa käytiin tehtäviä läpi, ja TATE-asiantuntijat jakoivat ajatuksiaan siitä, mikä heidän mielestään tulisi olla TATE-asiantuntijan rooli kussakin tehtävässä [19]. Lisäksi TATE-asiantuntijat kertoivat, mitä käytännön toimenpiteitä mikäkin tehtävä sisältää, jotta niitä pystyttäisiin avaamaan työssä paremmin [19].

Nämä palaverit osoittautuivat onnistuneiksi siltäkin osin, että TATE-asiantuntijoiden erimielisyydet tulivat esiin. Tämä johti siihen, että he ajattelivat asioita tarkemmin ja perustelivat näkemyksiään. Kyseisten palaverien suurin haaste oli pitää ajankäyttö tehokkaana. Tärkeiden asioiden lisäksi välillä juututtiin väittelemään myös varsin pienistä asioista. Lisäksi asiantuntijoiden koolle saannissa oli omat haasteensa, sillä heidän kalenterinsa olivat todella täyteen varattuja. [19]

Seuraavaksi tehtäväluettelon rakenne muutettiin vastaamaan NCC:n nykyistä toimintajärjestelmää. Siten otsikointi jaettiin projektin vaiheiden mukaiseksi (kuva 7).



Kuvio 7. Prosessikaavio.

Kun tehtäväluettelon toinen versio oli saatu tehtyä TATE-asiantuntijoiden kanssa, pidimme palaverin, johon kutsuimme paikalle talonrakentamisen (TR) yksikönjohtajan. Hän antoi lisää kehitysideoita ja parannusehdotuksia. Merkittävimmät olivat tehtäväluettelon pystysarakkeessa oleviin urakkamuotoihin tehdyt muutokset. Alun perin listatut urakkamuodot olivat kokonaisvastuurakentaminen, projektinjohtourakka A (suunnittelu tilaajan tai rakennuttajan kautta), projektinjohtourakka B (suunnittelu NCC:n kautta), kokonaisurakka ja kokonaisurakka alistetulla sivu-urakalla. Palaverissa kuitenkin todettiin, että NCC:llä ei juurikaan käytetä projektinjohtourakkaa niin, että suunnittelu

tulisi NCC:n kautta [20]. Tästä johtuen olennaisempaan pidettiin tehtävien riippuvuutta siitä, onko suunnittelun ohjaus sovittu NCC:n vastuulle vai ei [20]. Lopullisessa tehtäväluettelossa käytetyt urakkamuodot ovat kokonaisvastuurakentaminen, projektinjohtourakka suunnittelun ohjauksella, projektinjohtourakka ilman suunnittelunohjausta, kokonaisurakka sekä kokonaisurakka alistetulla sivu-urakalla.

Aluksi tehtäväluettelossa käytettiin neljää eri roolijaon merkintää, joita olivat tehtävän toteuttaminen (t), tehtävästä vastuussa oleminen (v), tehtävään osallistuminen (o) sekä viiva (-), joka tarkoittaa, että tehtävään ei lähtökohtaisesti osallistuta. Tehtävän toteuttamisen ja tehtävästä vastuussa olemisen kuitenkin katsottiin olevan pohjimmiltaan lähes sama asia, joten tehtävän toteuttaminen -vaihtoehto päätettiin poistaa [20]. Lopullisessa tehtäväluettelossa siis käytetään vain kolmea eri merkintää: TATE-asiantuntija on tehtävästä vastuussa, osallistuu tehtävään tai ei osallistu tehtävään.

Lopuksi tarkastettiin, että tehtävien jako projektin eri vaiheisiin oli toimintajärjestelmän mukainen.

3.4 Tehtäväluettelo ja sen käyttö

Laadittua talotekniikka-asiantuntijoiden tehtäväluetteloa ja sen tarkempia ohjeita ei ole liitetty tämän työn liitteeksi, sillä ne ovat NCC Rakennus Oy:n omaisuutta. Tehtäväluettelon sisältöä on kuitenkin avattu tämän insinööriyön seuraavassa luvussa.

Tehtäväluettelossa (kuva 3) on pystyriveillä lueteltu tehtävät aiheittain ja ylhäällä vaakarivillä yleisimmät urakkamuodot. Luettelossa on vastaavan urakkamuodon sarakkeeseen merkitty asiantuntijan rooli kyseisessä tehtävässä. Asiantuntija joko osallistuu, ei osallistu tai on vastuussa tehtävästä. Tehtäväluetteloa lukiessa pitää ymmärtää, että osallistuminen on varsin laaja käsite ja voi työmäärällisesti vaihdella paljon. Varsinkin alistetun sivu-urakan kohdalla osallistuminen hyvin usein tarkoittaa sitä, että vaikka tehtävä ei missään määrin meille kuulu, niin toimenpiteeseen ehkä osallistutaan, mikäli voidaan katsoa sen palvelevan NCC:n mielenkiintoa suurempaa kokonaisuutta ajatellen. Kun TATE-asiantuntija on jostain vastuussa, hän voi joko tehdä suorituksen itse tai huolehtia että joku toinen tekee. Tehtäväluettelo on tarkoitettu tulostettavaksi paperikoolle A3.

Tulostuskoko A3									
Talotekniikka-asiantuntijoiden tehtäväluettelo			KVR	PJJ suunnittelun ohjaus KUULU	PJJ suunnittelun ohjaus EI KUULU	Kokonaisurakka	Kokonaisurakka alust. shv-urakoilla		HUOM!
1	PROJEKTIKEHITYS [Kiinteistökehitys]								Liiketoiminnasta riippuen
	TEKNINEN RAKENNUTTAMINEN [Kiinteistökehitys]								
	TARVEKARTOITUS JA MYYNTI [Toimitilapartnering]								
	LUONNOSUUNNITTELU JA SOPIMUS [Toimitilapartnering]								
	TARJOUSTOIMINTA [Urakointi]								
1.1	Hankekehitys ja suunnitteluttaminen								
1.1.1	Rakennustapaselostuksen talotekniikkaosuuden laatiminen (sis. TATE-järjestelmien arvio, elinkaariseloste ja hankintarajaliite)		v	o	-	-	-		
1.1.2	Tate-järjestelmien kuntotutkimusten teettäminen		v	v	v	-	-		
1.1.3	Tilaratkaisut (mahdolliset järjestelmät huomioitava)		o	o	-	-	-		
1.1.4	Hankkeen tavoiteasetanta (tilavaraukset: kuulut & tekniset tilat)		v	o	-	-	-		
1.1.5	Kustannusarvio (ennakkotarjoukset)		v	o	o	v	-		
1.1.6	Lupa-asiat ja viranomaislausunnot (Mahdolliset talotekniset järjestelmät yms.)		o	o	o	o	-		
1.1.7	Suunnitteluvaiheen projektisuunnitelma		o	o	o	o	-		
1.1.8	Tate suunnitteluaikeiden laadinta ja valvonta (sis. Käyttäjälähtötietoaikataulu)		v	v	-	o	o		
1.1.9	Suunnittelukokoukset (tate)		o	o	o	o	o		
1.1.10	Suunnitelmien hyväksymiskäytännöstä sopiminen		v	v	-	-	-		
1.1.11	Suunnittelijoiden valinta		o	o	-	-	-		
2	RAKENTAMISEN VALMISTELU [Urakointi]								
2.1	Projektin organisointi								
2.1.1	Projektisuunnitelma		o	o	o	o	o		
2.1.2	Työmaan aloituspalaveri		o	o	o	o	o		
2.1.3	Laskentavaiheen tietojen muistio		v	v	v	v	o		
2.1.4	Kunnallistekniikan liittymät (kaukolämpö, kaukokylmä, vesi ja viemäri, spr, sähkö)		v	v	o	o	-		
2.1.5	Teleliittymät (hälytyskortit & hälytysten siirrot)		o	o	o	o	-		
2.1.6	Hissiasiat		-	-	-	-	-		
2.2	Lupa- ja ilmoitusasiat								
2.2.1	kv-, lämmitys- & jäähdytys-, spr- ja iv-työnjohtajien luvat		o	o	o	o	-		
2.2.2	LVI-aloituskokous		o	o	o	o	o		
2.2.3	Rakennusvalvonnan aloituskokous		o	o	o	o	o		
2.2.4	Rakennusvalvonnan LVI-tarkastusasiakirja		o	o	o	o	-		
2.2.5	Viranomaisluvut		(o)	(o)	(o)	(o)	-		
2.2.6	VV- ja IV-suunnitelmien hyväksyttäminen rakennusvalvonnassa		o	o	o	o	-		*huolettii että tulee tehtyä, ei vastuussa

Kuva 3. Kuvankaappaus talotekniikka-asiantuntijoiden tehtäväluettelosta.

Siinä tapauksessa kun tehtävä on osoitettu NCC:lle, kertoo tehtäväluettelo TATE-asiantuntijan roolin kyseiseen tehtävään. Tehtäväluettelossa mainitut asiat ovat kuitenkin pohjimmiltaan vain eräänlaisia oletusarvoja. Erikseen sovittaessa voidaan toimia toisinkin. Tehtäväluetteloa lukiessa pitää ymmärtää, että monet TATE-asiantuntijan vastuulle merkityt tehtävät on delegoitavissa esimerkiksi työmaainsinöörin tehtäviksi, jolloin TATE-asiantuntija vain pitää huolen siitä, että asiat hoituvat ja tarvittavat toimenpiteet tehdään.

Taulukon oikeaan reunaan, lisätietolaatikkoon, mahdollisesti kirjataan lisätietoja kyseisestä tehtävästä, esimerkiksi dokumenttipohjan nimi, jota toimenpiteessä tulisi käyttää.

Listattuja tehtäviä on tarkennettu, selitetty ja ohjeistettu lisää seuraavassa luvussa.

4 Tehtäväluettelon sisältö

Tehtäväluettelo on jaettu NCC:n nykyisen toimintajärjestelmän mukaisiin tuotannon vaiheisiin. Samalla tehtäväluettelo pysyy tuotannon etenemisen mukaisessa järjestyksessä, jolloin tehtäväluettelon seuranta ja työstäminen on johdonmukaista.



Kuvio 8. Prosessikaavio. Ensimmäinen vaihe vaihtelee liiketoiminnoittain (ks. kuva 3).

Prosessikaavio (kuvio 8) vaihtelee hiukan liiketoiminta-tyypistä riippuen, mutta pääosin voidaan ajatella vaiheiden 2, 3 ja 4 pysyvän samana. Ensimmäinen vaihe on tämän kirjallisen työn prosessikaavioissa nimetty projektikehitykseksi, mutta se voisi NCC Rakennus Oy:n eri liiketoimintojen mukaan yhtä hyvin olla myös tekninen rakennuttaminen (kiinteistökehitys), tarvekartoitus ja myynti (toimitilapartnering), luonnossuunnittelu ja sopimus (toimitilapartnering) tai tarjoustoiminta (urakointi) [10].

Talotekniikka-asiantuntijoiden roolit ja vastuut tehtäväluettelossa esitetyissä tehtävissä vaihtelevat osittain urakkamuotokohtaisesti. Tämän vuoksi tehtävät on tässä tekstiosiossa kuvattu vain yleisellä tasolla, eikä rooliin tai vastuunjakoon ole aina yksityiskohtaisesti otettu kantaa.

4.1 Projektikehitys



Kuvio 9. Projektikehitys on ensimmäinen vaihe.

Yleisesti projektikehitys (kuvio 9) sisältää toimet maanhankinnasta hankesuunnitteluun ja projektin talous sekä yhtiöhallintoon. Maanhankinnalla pidetään huoli liiketoiminnan jatkuvuudesta ja hankesuunnittelulla varmistetaan hankkeiden taloudellinen kannattavuus ja asetetaan tavoitteet sekä reunaehdot. Projektin talous- ja yhtiöhallinto keskittyy hallinnollisiin toimiin. Niitä ovat muun muassa rahoituksen järjestäminen, riskienhallinta ja projektin tilanteen raportointi NCC Property Developmentin hallitukselle. [10]

Talotekniikka-asiantuntijan tehtäväluetteloon tämän aihepiirin osalta kuuluvat

- rakennustapaselostuksen talotekniikkaosuuden laatiminen

- mahdollisien kuntotutkimusten teettäminen
- tilaratkaisuihin osallistuminen
- hankkeiden tavoiteasetanta
- kustannusarviot
- lupa-asiat ja viranomaislausunnot
- suunnitteluvaiheen projektisuunnitelma
- suunnitteluajataulun laadinta ja valvonta
- suunnittelukokoukset
- suunnitelmien hyväksymiskäytännöstä sopiminen.

Rakennustapaselostuksen talotekniikkaosuuden laadinta tehdään yhteistyössä rakennustapaselostuksen laatijan kanssa. Talotekniikkaosuuden on lähtökohtaisesti oltava hintatasoltaan yhteensopiva muun selostuksen kanssa. Korjausrakentamisen kohteissa TATE-asiantuntija tekee karkean arvion olemassa olevista TATE-järjestelmistä ja niiden käyttömahdollisuuksista. Tarpeen vaatiessa TATE-asiantuntija teettää tarkemman kuntotutkimuksen alihankkijoilla. Rakennustapaselostuksen talotekniikkaosuus laitetaan tarjouspyynnön liitteeksi. Selostusta tehdessä TATE-asiantuntijalla on oltava käsitys kohteeseen toteutettavissa olevista järjestelmistä ja kunnallistekniikan liittymistä. Lisäksi on pidettävä mielessä kohteen tilaratkaisut ja elinkaari. [19]

Tilaratkaisuilla tarkoitetaan muun muassa teknisten tilojen ja kuilujen teknisiä vaatimuksia. Lisäksi TATE-asiantuntijan tulee selvittää, mitä taloteknisiä järjestelmiä kohteessa on mahdollista käyttää. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi maalämpöjärjestelmien kaivumahdollisuuksia. [19]

Tavoiteasetanta sisältää teknisten tilojen ja kuilujen tilavarausten tekemisen. TATE-asiantuntija tekee tilanvaraukset ja tiedottaa niistä eteenpäin, kun tarvittavan tekniikan tehot ja laatutasot ovat selvillä. [19]

Kustannusarviot lasketaan Estimodel-ohjelmalla ja normaalein kustannuslaskennan keinoin. TATE-asiantuntija huolehtii että Estimodelin käyttäjä saa tarvittavat lähtötiedot huonetekniikkaan ja laatutasoon liittyen, minkä jälkeen kustannusarvio saadaan simuloitua ohjelmasta ulos. [19]

Lupa-asioilla ja viranomaislausunnoilla tarkoitetaan tässä tehtäväluettelossa talotekniikka-järjestelmiin liittyviä asioita, joihin tarvitsee erikseen hakea lupa viranomaisilta. Tämänlaisia ovat esimerkiksi kunnallistekniikan liittymisluvat. [19]

Hankkeesta vastaava työpäällikkö laatii ja kokoaa alustavan projektisuunnitelman, johon TATE-asiantuntija osallistuu omalla kokemuksella ja näkemyksellään [19]. Kuva projektisuunnitelman sisällöstä on tämän työn luvussa 4.2 (kuva 4).

Talotekniikan suunnittelu-aikataulun laadinta on TATE-asiantuntijan vastuulla, mikäli suunnittelu tulee NCC:n kautta. Suunnitelma on sovitettava yhteen muiden suunnittelu-aikataulujen kanssa, eli yhteistyö muiden osapuolten kanssa on välttämätöntä. Talotekniikan piirustusaikataulu laaditaan heti yleis- ja hankinta-aikataulujen jälkeen. TATE-asiantuntija myös valvoo, että laadittua aikataulua noudatetaan. [19]

Talotekniikka-asiantuntija lähtökohtaisesti osallistuu talotekniikkaa koskeviin suunnittelukokouksiin. Rakennuspuolen suunnittelukokouksiin TATE-asiantuntija tulee kutsua erikseen, mikäli hänen läsnäolonsa koetaan tarpeelliseksi. [19]

Suunnitelmien hyväksymiskäytännöstä sovitaan suunnittelusopimusten yhteydessä.

4.2 Rakentamisen valmistelu



Kuvio 10. Projektikehityksen jälkeen seuraa rakentamisen valmisteluvaihe.

Rakentamisen valmistelun (kuvio 10) tärkeimpänä yhtenä kokonaisuutena voitaneen mainita projektisuunnitelma (kuva 4). Siitä tehdään kohdekohtainen, ja se auttaa soveltamaan NCC:n sisäisen toimintajärjestelmän toimenpiteitä kyseiseen projektiin. Suunnitelmassa kuvataan tärkeimmät laatuun, ympäristöön ja työturvallisuuteen liittyvät suunnittelu-, toteutus- ja valvontamenettelyt. Projektisuunnitelmassa siis määritellään kaikki suunnitelmat ja toimenpiteet, joilla hankkeen tavoitteisiin päästään. Suunnitelma pohjautuu tehtyyn sopimukseen, NCC:n omiin toimintatapoihin ja kohteen tunnistettuihin

riskeihin. Projektisuunnitelman tekemisestä vastaa projektille nimetty johto. Projektisuunnitelma hyväksytetään asiakkaalla ja tulosityksikön johdolla. [10]

Talotekniikka-asiantuntijan tehtäväluettelon osalta rakentamisen valmistelu jakautuu useaan alaotsikkoon, jotka ovat

- projektin organisointi
- lupa- ja ilmoitusasiat
- asiakas ja informaatio
- laadun suunnittelu, -ohjaus, -valvonta ja todentaminen
- riskit ja niiden torjunta
- aikataulusuunnittelu
- kustannusohjaus ja valvonta
- turvallisuus.



Kuva 4. Tuotannon perussuunnitelmat ja projektisuunnitelman sisältö [10]. Projektisuunnitelma laaditaan rakentamisen valmisteluvaiheessa.

4.2.1 Projektin organisointi

Rakentamisen valmisteluvaiheessa projektin organisoinnin sisältäviä tehtäviä talotekniikka-asiantuntijoille ovat

- projektisuunnitelman laatimiseen osallistuminen
- työmaan aloituspalaveriin osallistuminen

- muistion ylläpito laskentavaiheen tiedoista
- kunnallistekniikan liittymisjärjestelyihin osallistuminen
- teleliittymiin, hälytyskortteihin ja hälytysten siirtoihin liittyvät asiat.

Projektisuunnitelman laatimisen vastuu on projektille nimetyllä johdolla [10]. TATE-asiantuntija kuitenkin kommentoi ja osallistuu sen laatimiseen talotekniikan osalta, kun on tarpeen [19].

TATE-asiantuntija lähtökohtaisesti osallistuu aina työmaan aloituspalaveriin. Osallistuminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä, sillä valtaosa kokouksen asioista ei käsittele talotekniikkaa. Suositeltavaa olisi sopia esimerkiksi talotekniikka-asiat läpikäytäväksi heti kokouksen alkuun, jonka jälkeen TATE-asiantuntija voisi poistua. Toki rakennuspuolen asiostakin tietoisena oleminen olisi eduksi, mutta TATE-asiantuntijoiden kiireiden vuoksi näin ajankäyttöä voisi ainakin vähän optimoida. [19]

TATE-asiantuntijan tulee pitää yllä muistiota laskentavaiheen tiedoista, varsinkin niistä seikoista, jotka laskennassa on otettu huomioon ja joita ei ole otettu huomioon. [19]

Liittymäsopimukset ovat rakennuttajan tai tilaajan vastuulla, mutta TATE-asiantuntija usein osallistuu ja avustaa järjestelyissä. Työ ei varsinaisesti TATE-asiantuntijalle kuulu, mutta on kaikkien etu että nämä asiat järjestyvät ajoissa. [19]

Teleliittymätarjouksia saa teleoperaattoreilta niitä pyytämällä, tosin varsinkin suuremmissa kohteissa palveluntarjoajat usein tekevät itse aloittaa ottamalla yhteyttä. Teleliittymäasiat usein selviävät jo perustamisvaiheessa. TATE-asiantuntijoiden rooli teleliittymiin liittyvissä asioissa on sama kuin edellisessä kohdassa. [19]

4.2.2 Lupa- ja ilmoitusasiat

Rakentamisen valmisteluvaiheen lupa- ja ilmoitusasiat -alaotsikon alla tässä tehtäväluettelossa ovat

- KVV-, lämmitys-, SPR- ja IV-työnjohtajien lupa-asioista muistuttaminen
- LVI-aloituskokoukseen osallistuminen
- rakennusvalvonnan aloituskokoukseen osallistuminen

- rakennusvalvonnan LVI-tarkastusasiakirjaan osallistuminen
- viranomaislupa-asiat
- VV- ja IV- suunnitelmien hyväksyttäminen rakennusvalvonnassa.

KVV-, lämmitys-, SPR- ja IV-työnjohtajien on haettava rakennusvalvonnasta aina kohdekohtaiset luvat. Aloituspalaveria ei voida pitää ennen kuin luvat ovat kunnossa, ja töitä ei voida aloittaa ennen kuin aloituspalaveri on pidetty. Vaikka TATE-asiantuntijat eivät siten suoranaisesti ole työnjohtajien luvista vastuussa, on kaikkien etujen mukaisesti, että he vähintäänkin muistuttavat asiasta. [19]

LVI-aloituskokouksen järjestämisvastuu on LVI-urakoitsijoilla. He lähettävät kutsun ja TATE-asiantuntija osallistuu. [19]

TATE-asiantuntija on myös velvollinen osallistumaan rakennusvalvonnan aloituskokoukseen. Osallistuminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä, mikäli rakennusvalvonnan edustaja ei näe sitä tarpeelliseksi. [19]

Rakennusvalvonnan LVI-tarkastusasiakirjan laatii TATE-asiantuntija yhdessä kohteen vastaavan työnjohtajan kanssa [19].

Rakentamisen valmistelussa viranomaisasioilla tarkoitetaan tässä tehtäväluettelossa mm. sellaisia toimia, jotka vaikuttavat ympäristöön tai kunnallisteknisiin järjestelmiin. Tämänlaisia ovat esimerkiksi meluhaittoja aiheuttavat työt tai kaasuverkostoon liitetyn kaasujärjestelmän purku. TATE-asiantuntija osallistuu edellä mainittuihin toimiin, mikäli ne urakkasopimuksen mukaan ylittääään kuuluvat NCC:lle. [19]

Suunnitelmien hyväksyttäminen rakennusvalvonnassa tapahtuu LVI-suunnittelijan toimesta. LVI-suunnittelija varaa ajan rakennusvalvonnassa ja käy hyväksyttämässä rakennusvalvonnan määrittämät asiakirjat. TATE-asiantuntija osallistuu pitämällä huolen, että toimenpide suoritetaan. [19]

4.2.3 Asiakas ja informaatio

Asiakas ja informaatio -osio sisältää TATE-asiantuntijan osalta

- talotekniikan lisä- ja muutostöiden ennakkokäsittelyn

- talotekniikkaan liittyvän asiakaspalvelun
- asiakasworkshopit toimitilapartnering-kohteissa.

Talotekniikan lisä- ja muutostöiden ennakkokäsittelyllä tarkoitetaan hinnoittelun ja tietojen oikeellisuuden varmentamista. Kyseinen tehtävä on TATE-asiantuntijan vastuulla. [19]

Talotekniikkaan liittyvällä asiakaspalvelulla tarkoitetaan esimerkiksi asiakkaan konsultointia haluttuihin muutoksiin ja ratkaisuihin liittyen. Tämä kuuluu TATE-asiantuntijan tehtäviin. [19]

Lisäksi TATE-asiantuntija lähtökohtaisesti osallistuu toimitilapartnering-kohteissa järjestettäviin asiakasworkshop-tilaisuuksiin [19].

4.2.4 Laadun suunnittelu, -ohjaus, -valvonta ja todentaminen

Tähän tehtävälistan kohtaan kuuluu

- laadunvalvontamatriisi
- tarkastusasiakirja
- auditoinnit.

Laadunvarmistusmatriisin avulla suunnitellaan riittävä työkokonaisuuksiin tai aliurakoihin kohdistuva laadun suunnittelu, ohjaus, valvonta ja todentaminen. NCC:llä laadunvarmistusmatriisin (kuva 5) käyttö antaa työmaakohtaisen vapauden määritellä edellä mainitut laadunohjaustoimenpiteet, mutta työmaajohdon on kannettava vastuu toimenpiteiden riittävydestä. Laadunvarmistusmatriisiin tulee merkitä laadun, ajan ja talouden kannalta merkittävimmät työkokonaisuudet. [10] Laadunohjaukseen käytetään useita menetelmiä, jotka on lueteltu tämän työn sivulla 32. Laadunvarmistusmatriisin laadinnan yhteydessä on syytä huomioida aloituskokouksessa sovitut asiat, tarkastusasiakirjan vaatimukset, tilaajan vaatimukset ja tilaajan suorittama laadunvalvonta. Laadunvarmistusmatriisin sisältämien toimenpiteiden suorittaminen tulee dokumentoida pöytäkirjoihin, muistioihin, lomakkeisiin, piirustuksiin, tarkastusasiakirjaan tai vähintään työmaapäiväkirjaan, jotka tallennetaan Pro3:een. Pro3 on NCC:n sisäinen toimintajärjestelmä. [10]

LAADUNVARMISTUSMÄTISI



2.9.2014



TYÖ 12062 TYÖVAIHEIDEN LAADUNVARMISTUSMÄTISI											[Kohde]
DOKUMENTOITAVAT LAADUNVARMISTUSMENPITEET											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Menneisyyssuunnitelma (tehtäväsuunnitelma)	Aloituspäivä	Määrän vastanotto	Malli	Kokouksen hallinta toimenpiteet	Pettyvien rakenteiden tarkastus	Tarkennukset	Rekisteröinti	Vastanotto	Toteutus	Työvalvuu
TYÖKOKONAISUUS											
1 MAA- JA POHJARAKENNUS, PIHAT											
Maanrakennus											Menetilläsuunnitelma rakenteiden osalta, laatuvalvuu
- pintamien poisto	x										
- maankäyttö	x										
Louhinta	x	x				x			x		Käytännölliset, tiivistä seurata suunnitelmaa, laatuvalvuu, jätteenkäsittely, turvallisuus
Täyttötöyt	x		x			x					Pettyvien rakenteiden tarkastus ennen täyttämistä, laatuvalvuu, rakenteiden laatu, laatuvalvuu
Puutitukset	x										
- pohjaviemärit											Kaivon mittaukset, pohjaviemärit, pohjaviemärien asennustarkastus työkaluilla
- salaojat											Säätöjärjestelmä ja viemärien asennustarkastus ennen peltämistä, kaivon mittaukset
Injektioinnit	x	x				x					Asennusohjeet, laatuvalvuu
Puutitukset	x										Puutitusohjeet, laatuvalvuu
Tukiseinät											
- settiseinät	x										Settiseinät ei tehdä
- pönttiseinät	x										
Ruiskubetonointi	x										Ruiskubetonointiohjeet, laatuvalvuu
Maa- ja maanrakennus	x										Työkaluilla
Väistö											
2 PERUSTUKSET JA ALAPOHJAT											
Anturat	x	x	x			x			x		Talvi- ja kesäaikaan, betoninvalvuu, laatuvalvuu ja perustustarkastus, betoninvalvuu
Alapohjan mv ja kantavat betonilattiat	x	x	x			x	x	x	x		Talvi- ja kesäaikaan, betoninvalvuu, laatuvalvuu, radan tiheys, lattiakaivon tarkistus
Ajoluokat		x				x					

Kuva 5. Kuvankaappaus erään kohteen laadunvarmistusmatriisista.

Tarkastusasiakirja (kuva 6) on NCC:n sisäinen työkalu, johon pyritään listaamaan kaikki kohteeseen suoritettavat tarkastukset ja dokumentoitavat toimenpiteet. Tarkastusasiakirjaan myös merkitään toimenpiteen luonne ja kenen vastuulla toimenpide ylipäätään on suorittaa. Tarkastusasiakirjaan merkitään rivejä tehdyiksi, keskeneräisiksi tai myöhässä oleviksi. Uusin muutos tarkastusasiakirjassa on siihen lisätyt talotekniikka-järjestelmien tarkastusasiakirjan asiat. Mikäli projektissa on käytössä ajan tasalla oleva tarkastusasiakirja, se voi korvata laadunvarmistusmatriisin.

TARKASTUSASIAKIRJA																
Kohde: NCC Rakennus Oy (Kohteen nimi) Työ (Numero)		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				
		Tarkastus										Tarkastusmerkinnät				

Auditointien tarkoituksena on laadunvarmistuksen tason arviointi ja toimintajärjestelmän toimivuuden arviointi. Työmailla auditointi suoritetaan vähintään kerran ja pitkäkestoilla työmailla auditointi voidaan suorittaa useampaankin kertaan. Auditoinneista laaditaan raportti, joka jaetaan yksikön johdolle, työmaan johdolle ja laatuvaastavalle. Havaituista vakavista poikkeamista laaditaan poikkeamaraportti, jossa poikkeama kuvataan. [10] TATE-asiantuntija osallistuu tarpeen mukaan niin itse auditointeihin, kuin myös korjaaviin toimenpiteisiin [19].

4.2.5 Riskit ja niiden torjunta

Riskit ja niiden torjunta sisältää

- työmaan riskianalyysin
- tehtäväkohtaiset riskianalyysit.

Työmaan riskianalyysi tehdään sähköisellä riskianalyysijärjestelmällä joka löytyy ohjeineen NCC:n sisäisestä intranetistä. Riskejä ovat mm. sopimuksesta aiheutuvat riskit, aikaan liittyvät riskit, tuotteeseen liittyvät laaturiskit, työmaan turvallisuusriskit, rakentamiseen liittyvät ympäristöriskit, olosuhderiskit ja osaamisesta tai resursseista aiheutuvat riskit. Riskejä kartoittaessa tulee arvioida riskien merkittävyys ja vaikutusten todennäköisyydet, suunnitella torjuntatoimenpiteet, suunniteltujen toimenpiteiden siirtäminen työmaan toteutus- ja tuotantosuunnitelmiin sekä toimia suunniteltujen toimenpiteiden mukaisesti. [10] TATE-asiantuntija osallistuu työmaan riskianalyysiin talotekniikan osalta, kun on tarpeen [19].

Samoin tehtäväkohtaiset riskianalyysit tehdään NCC:n sähköisellä riskianalyysijärjestelmällä. Riskianalyyseissä on pyrittävä löytämään mahdollisimman tarkkoja yksilöityjä riskejä sekä luoda niille korjaavat toimenpiteet [10]. TATE-asiantuntija osallistuu niihinkin tarpeen mukaan [19].

4.2.6 Aikataulusuunnittelu

Rakentamisen valmisteluvaiheessa TATE-asiantuntija osallistuu yleisaikataulun laadintaan talotekniikan osalta. Tämä tarkoittaa, että merkitään talotekniikkatöiden tehtävien kestot ja määrät aikatauluihin. Yleisaikataulun tulee olla muodoltaan paikka-aika-

kaavio. Yleisaikataulu tehdään tiiviissä yhteistyössä kohteen vastaavan työnjohtajan kanssa, jolla on vastuu kyseisestä aikataulusta. [10]

4.2.7 Kustannusohjaus ja valvonta

Rakentamisen valmisteluvaiheessa tämä kohta sisältää vain kustannusarvioon osallistumisen.

Kustannusarvion lopullinen versio saadaan viimeistelemällä se yhteistyössä laskennan, hankinnan ja tuotannon kanssa niin, että se vastaa sopimuksen sisältöä ja toteutustapaa. Viimeistellystä kustannusarviosta tulee hankkeen tavoitearvio. Tavoitearvion tulee olla yksikönjohtajan osalta järjestelmässä hyväksyttynä rakentamisen aloitusajankohdaksi. Rakentaminen katsotaan alkavan maanrakennustöiden tai olemassa olevien rakenteiden purkutöiden alkaessa. Tämän jälkeen tavoitearvion loppusummaa voidaan muuttaa enää yksikönjohtajan erillisellä päätöksellä, hyväksytyjen lisä- ja muutostöiden mukaisesti tai työn laajuuden muuttuessa. Tavoitearviota ylläpidetään NCC:n sisäisessä projektijärjestelmässä. Myös tavoitearvion ja tavoitteenasetannan pöytäkirja tallennetaan NCC:n järjestelmiin. [10]

TATE-asiantuntija osallistuu tavoitearvioon talotekniikan osalta tarpeen mukaan [19].

4.2.8 Turvallisuus

Turvallisuus kuuluu kaikille, myös TATE-asiantuntijoille. TATE-asiantuntijoiden tehtävälissä on turvallisuuden kohdalla

- työmaan vaarojen arviointi
- työmaan sähköistys- ja valaistussuunnitelma
- työmaan lämmitys- ja suojaussuunnitelmat.

Työmaan vaarojen arvioinnissa selvitetään merkittävät vaara- ja haittatekijät ja suunnitellaan niiden ennaltaehkäisevät toimenpiteet. Arviointi tehdään kirjallisena ennen töiden aloittamista. Vaarojen tunnistamisen lähtökohtana käytetään rakennuttajan turvallisuusasiakirja. Vaaroja tunnistetaan täyttämällä työmaan vaarojen arviointi -lomake ja se täytetään tehtävittäin yleisaikataulun mukaan. Kun vaarat on arvioitu, katsotaan,

mitkä riskit ovat niin merkittäviä, että ne täytyy poistaa tai niiden todennäköisyyttä on pienennettävä. Nämä kirjataan vielä lomakkeisiin tehtäväkohtaisten vaarojen arviointeja varten. Työmaan vaarojen arviointi liitetään projektisuunnitelmaan. [10]

Työmaa-aikainen sähköistys tulee huomioida jo kohteen suunnitteluvaiheessa. Tällöin rakenteisiin saadaan sijoitettua mahdolliset lisäputkitukset ja kenties voidaan hyödyntää lopullisia asennuksia. Sähköistys- ja valaistussuunnitelma laaditaan viimeistään työmaan perustamisvaiheessa, mutta yleensä samaan aikaan aluesuunnitelman kanssa. Suunnitelmia varten selvitetään tilojen valaistustarpeet ja suunnitelmissa määritetään mm. kaapelireitit sekä keskusten tyypit, koot ja sijoitukset. Suunnitelmia päivitetään työmaan edetessä. Suunnitelman laatimisvastuu on työmaan vastaavalla työnjohtajalla. TATE-asiantuntijat osallistuvat ja auttavat tarpeen mukaan. [10]

Työmaan lämmitys- ja suojaussuunnitelmien tekemiseen sovelletaan samoja periaatteita, kuin sähköistys- ja valaistussuunnitelmiin. Suojaamisen osalta toki on huomioitava kohteen erityispiirteet, varsinkin suojelukohteissa.

4.3 Rakentaminen



Kuvio 11. Rakentamisvaihe.

Rakentamisvaiheen (kuvio 11) päämääränä on kohteen toteuttaminen laadittujen piirustusten ja suunnitelmien mukaisesti. Tuotannon perussuunnitelmia päivitetään työmaan aikana tarpeen mukaan. Tuotantosuunnitelmien päivittämisestä vastaa työmaan johto. [10]

Yleisesti teknisen laadun varmistaminen toteutetaan laadunvarmistusmatriisin määrittelimässä muodossa. Laadunvarmistusmatriisin ideana on työ- tai tehtäväkokonaisuuden suunnitteleminen, ohjaaminen ja todentaminen toistuvalla prosessilla, joka sisältää: tehtäväsuunnitelman, aloituspalaverin, mestan vastaanoton, malliasennuksen tekemisen ja tarkastamisen, erilliset mittaukset ja testit, työvaiheen osavastaanottoja sekä työvaiheen vastaanottokatselmuksen ja lopetuksen. [10]

Laadunvarmistusmatriisi kuitenkin käsittelee talotekniset työt vain lyhyesti, minkä vuoksi NCC Rakennus Oy:llä on käytössä erillinen talotekniikkajärjestelmien tarkastusohjelma. Talotekniikkajärjestelmien tarkastusohjelma erittelee järjestelmien ominaiset tarkastukset, toimintakokeet ja muut toimenpiteet. Tarkastusohjelma myös erittelee kullekin toimenpiteelle vastuuhenkilön ja ajankohdan.

Rakentamisvaiheen tehtävät jakautuvat TATE-asiantuntijoiden osalta

- suunnittelun ohjaukseen
- aikataulusuunnitteluun
- hankintojen suunnitteluun ja toteutukseen
- kustannusohjaukseen ja -valvontaan
- laadunsuunnitteluun, -ohjaukseen, -valvontaan ja todentamiseen
- työmaan kokouksiin ja palavereihin.

4.3.1 Suunnittelun ohjaus

Suunnittelun ohjaus sisältää

- talotekniikan piirustusajataulun laadinnan
- käyttäjälähtötietoajataulun
- suunnittelukokoukset
- suunnittelupalaverit ja katselmukset
- TATE-suunnittelusopimusten tekemisen
- talotekniikkaan liittyvien materiaalien vaihdot
- suunnitelmien tarkastamis- ja kommentointivastuun
- TATE-suunnitelmien tarkastamis- ja kommentointivastuun
- TATE-suunnitelmapuutteiden ja -viiveiden reklamointivastuun
- suunnitelmaratkaisujen kustannusvaikutusten hallinnan.

TATE-asiantuntija laatii suunnitteluajataulun talotekniikan osalta, mikäli suunnittelun tai suunnittelun ohjauksen vastuu on NCC:llä. Suunnitelma sovitetaan yhteen muiden

suunnittelu-aikataulujen kanssa. Piirustusaikataulu laaditaan heti yleis- ja hankinta-aikataulujen jälkeen. [19]

Käyttäjälähtötieto-aikataulu on lähtökohtaisesti työmaainsinöörille kuuluva tehtävä. Käyttäjälähtötieto-aikataulu tehdään yleisaikataulun pohjalta niin, että määritetään käyttäjille päivämäärät, jolloin suunnittelun ja toteuttamisen edellyttävät lähtötiedot tulee viimeistään olla osapuolten tiedossa. Näillä tarkoitetaan esimerkiksi huoneiden tarvittavia vesi- ja sähkökalusteita, jotta kyseessä olevat järjestelmät voidaan suunnitella oikein. TATE-asiantuntija osallistuu, mikäli on tarvetta. [15]

Kuten projektikehitysvaiheessa, myös rakennusvaiheessa TATE-asiantuntija lähtökohtaisesti osallistuu talotekniikkaa koskeviin suunnittelukokouksiin. Niihin suunnittelukokouksiin, jotka eivät koske talotekniikkaa, on TATE-asiantuntija kutsuttava erikseen, mikäli hänen läsnäolonsa nähdään tarpeelliseksi. [19]

Niissä urakkamuodoissa kun suunnitteluvastuu on NCC:llä, on TATE-asiantuntija vastuussa suunnittelupalavereista ja katselmuksista. TATE-asiantuntija osallistuu edellä mainittuihin, mikäli suunnittelu tulee rakennuttajan tai tilaajan kautta. [19]

TATE-asiantuntija osallistuu suunnittelusopimusten tekemiseen tarpeen mukaan, mikäli suunnittelu on NCC:n vastuulla [19].

Talotekniikan tuote- ja materiaaliveitokset ovat TATE-asiantuntijan vastuulla. Vaihdot on hyväksyttävä suunnittelijalla ja tilaajalla. On huolehdittava, että tarvittavat muutokset tehdään myös piirustuksiin. TATE-asiantuntijan on ylläpidettävä listaa hyväksytyistä tuotteista ja materiaaleista. [19]

TATE-asiantuntijalla on vastuu tarkastaa ja kommentoida talotekniikan suunnitelmia. Hän myös osallistuu suunnitelmapuutteiden- tai viiveiden reklamointiin tarpeen vaatiessa. [19]

TATE-asiantuntijan vastuulla on huolehtia, että talotekniikan suunnitelmaratkaisut ovat budjetin mukaisia, mikäli suunnittelu on NCC:n vastuulla [19].

4.3.2 Aikataulusuunnittelu

Rakentamisvaiheen aikataulusuunnittelun kohdalla on tehtäväluettelossa seuraavat kohdat:

- rakentamisvaiheaikataulujen laadinta
- talotekniikka-aikataulut
- viikkoaikataulusuunnittelu
- tehtävä- ja/tai tilakohtaiset aikataulut
- TATE-aikatauluseuranta
- rakennuttajan hankintojen yhteensovittaminen.

Rakentamisvaiheaikataulun laadinta tehdään tiiviissä yhteistyössä kohteen vastaavan työnjohtajan kanssa. Viimeistelyaikataulu on huomioitava jo rakentamisvaiheaikataulua laatiessa. Vastuu rakentamisvaiheaikataulusta on vastaavalla työnjohtajalla. [10]

Talotekniikka-aikataulut ovat niitä toteuttavien aliurakoitsijoiden vastuulla. TATE-asiantuntija osallistuu näiden aikataulujen laadintaan. [10]

Viikkoaikataulusuunnittelu on pääasiassa muun työmaahenkilöstön vastuulla, mutta TATE-asiantuntija osallistuu tarpeen vaatiessa. Työmaaorganisaatio tiedottaa TATE-asiantuntijaa näistä aikatauluista. [19]

TATE-asiantuntija osallistuu tehtävä- tai tilakohtaisiin aikatauluihin talotekniikan osalta tarpeen vaatiessa. Tällä kohdalla tarkoitetaan esimerkiksi mallihuoneita. [19]

Myös talotekniikka-aikataulujen seurantaan osallistuminen kuuluu TATE-asiantuntijan rakentamisvaiheen tehtäviin. Lisäksi TATE-asiantuntija osallistuu rakennuttajan hankintojen yhteensovittamiseen. [19]

4.3.3 Hankintojen suunnittelu ja toteutus

NCC Rakennus Oy:n hankintaorganisaatiossa on meneillään suuria muutoksia, joten tämä tehtäväluettelon kohta jätetään tässä työssä käsittelemättä.

4.3.4 Kustannusohjaus ja -valvonta

Tämä tehtäväluettelon kohta sisältää

- kustannusennusteen ja budjetoinnin päivitykset kuukausittain
- talotekniikan laskujen asiatarastuksen
- aliurakoiden kustannusvalvonnan ja ohjauksen
- TATE-urakoiden taloudellisen loppuselvityksen.

Talotekniikka-asiantuntijan tulee toteuttaa kustannusennusteen ja budjetoinnin päivitykset kuukausittain. Aliurakoitsijoiden edustajat tiedottavat TATE-asiantuntijaa tiedossa olevista lisä- ja muutostöistä urakoitsijakokouksissa ja palaverissa. TATE-asiantuntijan vastuulla on korjata kustannusennustetta ja budjetointia tilanteen mukaan. [19]

TATE-asiantuntijan tehtävänä myös on toteuttaa talotekniikan laskujen asiatarastus. Laskun asiatarastuksessa tarkastetaan laskun aiheellisuus ja vastaavuus toimitussältöön sekä sovittuun maksuerään. Sisällöltään oikeat laskut kohdistetaan tavoiteltujen kustannuslajien mukaisesti. Virheellisestä laskusta sen sijaan reklamoidaan laskuttajaa ja riidanalaisena lasku asetetaan maksukieltoon odottamaan korjausta. [10]

Myös aliurakoiden kustannusvalvonta ja ohjaus on TATE-asiantuntijan vastuulla. Kustannusennusteeseen liittyvän kustannusseurannan lisäksi TATE-asiantuntijan tulee valvoa ja ohjata kustannusten kehittymistä parhaansa mukaan [10].

Taloudellinen loppuselvitys voidaan pitää, kun vastaanottotarkastus on pidetty ja tilaaja on hyväksynyt kohteen vastaan. Taloudellisessa loppuselvityksessä selvitetään tilaajan ja urakoitsijan väliset rahalliset vaateet, mahdollisesti jäljellä olevien töiden taloudelliset vaikutukset sekä lisä- ja muutostöiden tilanne. Tällöin sovitaan myös viimeisen maksuerän maksamiseen liittyvät ehdot ja sovitaan rakennusaikaisen vakuuden vaihtamisesta takuuajaiseksi vakuudeksi. [10] TATE-asiantuntija vastaa TATE-urakoiden taloudellisten loppuselvityksien toteuttamisesta [19].

4.3.5 Laadun suunnittelu, -ohjaus, -valvonta ja todentaminen

Tämä tehtävälistan osio sisältää

- mittalaitteiden kalibrointitodistukset
- sisäilman puhtausluokitusvaatimukset
- kanavien ja putkien tiiviys- ja painekokeet
- tuotteiden ja materiaalien vaatimusten mukaisuuden tarkastamisen
- aliurakoiden laadunvalvonnan yleisesti ottaen.

Talotekniikka-asiantuntijan tulee huolehtia että mittauksissa käytettävien mittalaitteiden kalibrointitodistukset ovat esitettävissä tarvittaessa [19]. Ilman kalibrointitodistusta mitaus on juridisesti mitätön. NCC:n omat mittalaitteet varustetaan tarroin, joista selviää viimeisin kalibrointipäivämäärä. Mittalaite voi myös olla rikki vaikka se olisikin kalibroitu. Myös laitteen toimivuus on siis tarkastettava ennen mittausten aloittamista. [10]

Sisäilmaluokkia ovat S1, S2 ja S3 [11]. S1 kuvaa erittäin hyvää sisäilmatasoa ja S3 tilannetta, jossa vain vähimmäisvaatimukset täyttyvät. Sisäilmaluokat määrittävät vähimmäisarvot mm. ilman hiilidioksidipitoisuuksille, oleskeluvyöhykkeiden operatiivisille lämpötiloille ja tilojen valaistuksille. Työ- ja asuintilat, joissa pyritään hyvän S1 tai S2 mukaiseen hyvän sisäilman laatuun, käytetään puhtausluokitusta P1. [11] Puhtausluokitus asettaa raja-arvot lika- ja pölykertymälle, jottei rakennusaikaisia epäpuhtauksia jää sisäilmaan. Lisäksi rakennusmateriaaleille on olemassa luokitus M1, joka määrittää rajan epäpuhtauksille, jota materiaali itsessään saa irrottaa ympäröivään ilmaan. Suunnitelmien mukaisien luokitusten on toteuduttava ja TATE-asiantuntija osallistuu toteuttamiseen tarpeen mukaan [19].

Tiiviys ja painekokeiden aikana koestettavan järjestelmän osien liitoskohtien on oltava näkyvissä ja kanava- tai putkipintojen on oltava kuivia, jotta vuotokohdat voidaan paikallistaa. Paine- ja tiiviyskokeet tehdään ennen asennusten eristämistä tai peittämistä. Havaitut viat korjataan, jonka jälkeen kokeet suoritetaan uudelleen. Tiiviys- ja painekokeet dokumentoidaan pöytäkirjoihin. [14] TATE-asiantuntijan vastuulla on huolehtia että tiiviys- ja painekokeet tehdään ja että ne dokumentoidaan asianmukaisesti [19].

Tuotteiden ja materiaalien vaatimusten mukaisuuden tarkastaminen ei ole suoranaisesti TATE-asiantuntijan vastuulla, mutta hän osallistuu tehtävään. Tehtävä tulisi nimetä jollekin työmaaorganisaation henkilölle, esimerkiksi työmaainsinöörille. Näillä tarkoitetaan muun muassa M1-luokitusta ja CE-merkintöjä. Rakennustuotteiden kelpoisuus voidaan todentaa CE-merkinnällä, tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella, val-

mistuksen laadunvalvonnalla tai rakennuspaikkakohtaisella varmennuksella. Rakennusvalvonta vaatii, että työmaan tulee ylläpitää asiakirjaa käytetyistä kelvollisista materiaaleista. Kelpoisuus tulee tarkistaa niistä rakennustuotteista, joihin kohdistuu lain osoittamia teknisiä vaatimuksia. [21]

Aliurakan laadunvalvonta sisältää tehtäväsuunnitelmat, työvaiheen aloituspalaverit, rakennuttajalle esitettävät mallit, tehdaskäynnit, mestan vastaanottojen muistiot, malliasennuskatselmusten ja ensimmäisten työkohteiden tarkastusmuistiot, tarkastusten, mittauksien ja testien tulosten dokumentaation, työvaiheiden tai tehtävien osakohteiden tarkastusmuistiot työvaiheiden tai tehtävien vastaanottotarkastusten muistiot, tuotteiden ja materiaalien tyyppihyväksyntätodistukset yms. dokumentit sekä aliurakassa käytettävien materiaalien tarkastuksen (suunnitelmien mukaisuus) [10]. Lähtökohtaisesti TA-TE-asiantuntija on vastuussa kaikista aliurakan laadunvalvontaan kuuluvista toimista. Valtaosa näistä toimista kuitenkin voidaan ja todennäköisesti sovitaankin jonkun toisen työmaahenkilön tehtäviksi. [19]

4.3.6 Turvallisuus

Kun rakentamisen valmisteluvaiheessa työmaan vaarojen arviointi tehtiin yleisaikataulu-tasolla, rakentamisvaiheessa tehtävien vaarojen arviointi tehdään viikkoaikataulun tarkkuudella. Työn turvallisuussuunnitelman (TTS) tekeminen kuuluu urakoitsijan tehtäviin, mutta NCC:n työnjohtaja kantaa siitä vastuun. Aliurakoitsija tekee TTS:n, NCC:n työnjohtaja tarkastaa sen ja säilyttää kopion itsellään. Työn turvallisuussuunnitelmaa laadittaessa varmistetaan, että työhön on sellaiset valmiudet, välineet ja tiedot, että se voidaan tehdä turvallisesti. Työnjohdon vastuulla on valvoa työn turvallista etenemistä, ja aliurakoitsijan velvollisuus on noudattaa annettuja ohjeita sekä ilmoittaa työturvallisuuteen liittyvistä puutteista. Turvallisuuden suunnittelun tarkoituksena on ennaltaehkäistä tapaturmia ja sitoutuminen turvalliseen työhön varmennetaan molemminpuolisin allekirjoituksin. [10]

4.3.7 Työmaan kokoukset ja palaverit

Työmaan kokouksiin ja palavereihin liittyviä rakennusvaiheen asioita tässä tehtäväluettelossa ovat

- työmaakokousaineiston kasa

- urakoitsijakokoukset
- suunnittelukokoukset
- suunnittelupalaverit ja -katselmukset
- viikkopalaverit
- hankintapalaverit
- seurantapalaverit.

Työmaakokousaineiston kasaus ei kuulu TATE-asiantuntijoille, ja he eivät osallistu siihen. [19]

Urakoitsijakokousten tarkoituksena on koordinoida työmaalla toimivien aliurakoitsijoiden toimintaa. Kokouksilla varmistetaan sidosryhmien välinen tiedonkulku, joka on edellytyksenä tehokkaalle ja laadukkaalle tuotannolle. [10] TATE-asiantuntija lähtökohtaisesti osallistuu urakoitsijakokouksiin talotekniikan osalta [19].

TATE-asiantuntija osallistuu talotekniikkaa koskeviin suunnittelukokouksiin [19]. Suunnittelukokouksissa tehdään päätöksiä kokousten välillä esille tulleista suunnittelukysymyksistä, sekä varmistetaan suunnittelun aikataulun mukainen eteneminen. Suunnittelukokouksia ei ole tarkoitus käyttää itse suunnitteluun. [12]

Suunnittelupalaverien ja -katselmuksien pitämisestä sovitaan erikseen [12]. Niiden päämääränä on suunnittelukokousten tapaan ratkoa suunnittelussa esiin tulleita ongelmia ja tukea suunnittelijoiden välistä tiedonkulkua. TATE-asiantuntija tilanteesta riippuen joko osallistuu edellä mainittuihin tai on niistä vastuussa [19].

Viikkopalaveria käytetään NCC:n työmaajohdon suunnittelu- ja koordinoitivälineenä. Palavereissa käsitellään mm. alkavien, käynnissä olevien ja päättyvien töiden tilanteet, työmaan resurssit, turvallisuustilanne, kone- ja laitetilanne sekä laadunhallinnan toimet. Viikkopalaveri tukee NCC:n sisäistä tiedonkulkua ja työnsuunnittelua. [10] TATE-asiantuntija lähtökohtaisesti osallistuu viikkopalavereihin [19].

Hankintapalaverien tavoitteena on varmistaa projektin hankintojen kustannustehokkuus, projektin aikataulun mukainen eteneminen ja pienentää hankintoihin liittyviä riskejä. Hankintapalavereissa käsitellään hankintavastuut, toteutussuunnitelmien tilanne,

kiirehankinnat, erikoishankinnat ja hankintasuunnitelman tilanne. [10] TATE-asiantuntija lähtökohtaisesti osallistuu hankintapalaveriin ainakin talotekniikan osalta.

Seurantapalaverien tarkoituksena on varmistaa tuotannonsuunnittelun riittävä taso. Seurantapalaverissa arvioidaan aikataulun ja kustannus seurannan tilanne, käydään läpi työmaan maksuliikenne, myynti- ja ostolaskutus sekä katselmoidaan laadunhallinnan tilanne ja mahdolliset poikkeamat. Lisäksi sovitaan tarvittavista toimenpiteistä ja niiden toimeenpanosta. Seurantapalaveria pidetään vähintään kuukausittain ja niihin osallistuu tarpeelliset henkilöt työmaaorganisaatiosta, hankinnasta ja laskennasta. [10] TATE-asiantuntija osallistuu tarpeen mukaan [19].

4.4 Viimeistely ja käyttöönotto



Kuvio 12. Viimeistely ja käyttöönotto on viimeinen vaihe.

Viimeistely- ja käyttöönottovaiheen (kuvio 12) mallikas suoritus varmistetaan laatimalla viimeistelyohjelma. Viimeistelyohjelma (kuva 7) sisältää:

- kohteen jakamisen tarkoituksenomaisiin tarkastusalueisiin
- viimeistelyaikataulun, joka määrittelee valmistumisjärjestyksen, alustavat tarkastus- ja korjausajankohdat sekä jälkitarkastuksen ajoituksen
- virhe- ja puutetarkastusten johtaminen
- virhe- ja puutekorjausten organisointi
- jälkitarkastuksen, jossa todetaan virheet ja puutteet korjatuksi sovitulla tavalla. [10]



Kuva 7. Viimeistely- ja käyttöönottovaiheen sisältö yleisesti [10].

Talotekniikan kannalta viimeistely- ja käyttöönottovaihetta voidaan pitää kaikista tärkeimpänä, sillä tällöin todetaan TATE-järjestelmien ja laitteiden suunnitelmien mukainen toiminta.

TATE-asiantuntijaa koskevia tehtäviä tässä vaiheessa ovat

- viimeistelyohjelman laatiminen
- viimeistelyaikataulun laatiminen
- NCC:n itselleluovutuksen talotekniikan virhe- ja puuteluettelot
- taloteknisten töiden virhe- ja puuteluettelot
- vastaanottotarkastus
- koekäyttöjen ja toimintakokeiden pöytäkirjat

- mittaukset ja säädöt
- käyttäjäkoulutukset ja käyttäjän ohjeet TATE:n osalta
- TATE-luovutusaineisto
- huoltokirja-aineiston kokoaminen.

Viimeistelyohjelma laaditaan viimeistään kolme kuukautta ennen kohteen valmistumista [10]. Viimeistelyohjelma laaditaan työmaainsinöörin toimesta, mutta TATE-asiantuntija osallistuu talotekniikan osalta [19].

Viimeistelyaikataulu sisältyy viimeistelyohjelmaan. Viimeistelyaikataulu määrittelee kohteen valmistumisjärjestyksen, alustavat tarkastusajankohdat, korjausajankohdat ja jälkitarkastuksen ajoituksen. [10] Viimeistelyaikataulu tehdään aikaisempien aikataulujen pohjalta. TATE-asiantuntija osallistuu viimeistelyaikataulun laatimiseen talotekniikan osalta siltä osin, kun on tarpeen. TATE-asiantuntijan tulee esimerkiksi selvittää talotekniikan tarkastusten ja toimintakokeiden ajankohdat. [15]

TATE-asiantuntija on vastuussa NCC:n itselleluovutuksen talotekniikkatöiden virhe- ja puuteluetteloista [19]. Virhe- ja puuteluetteloihin merkitään tila, jossa virhe- tai puute esiintyy, virheen tai puutteen korjaava taho sekä selvitys havainnoista [10].

Samoin TATE-asiantuntija vastaa siitä, että aliurakoitsijat toimittavat omat itselleluovutuspöytäkirjansa, virhe- ja puuteluettelonsa sekä pitää huolen, että virheet ja puutteet korjataan. [19]

Rakennuskohteen vastaanotto suoritetaan yleisten sopimusehtojen (YSE) mukaisesti vastaanottotarkastuksella. Rakennusurakoitsijan tulee varmistaa että rakennuskohde on valmis, virheetön, käyttökunnossa ja täyttää sopimuksessa esitetyt vaatimukset. Tähän käytetään NCC:n viimeistelyohjelmaa. Vastaanottotarkastuksessa todetaan, onko lopputulos tai laatu sopimuksen ja määräysten mukainen sekä ottaako tilaaja työsuorituksen vastaan. Vastaanottotarkastuspöytäkirjaan on tehtävä merkinnät puutteista ja poikkeamisista. Vastaanottotarkastuksen jälkeen voidaan suorittaa taloudellinen lopetuspalvelus. [10] TATE-asiantuntija ei osallistu vastaanottotarkastukseen [19].

TATE-asiantuntija on vastuussa koekäytöistä, toimintakokeista ja niiden pöytäkirjoista. Toimintakokeilla varmistetaan laitteiden toimivuus ja koekäytöllä varmistetaan järjestelmäkokonaisuuksien toimivuus erilaisissa olosuhteissa. Toimintakokeiden jälkeen

tehdään mittaus ja säätö, jonka jälkeen suoritetaan koekäytöt. Talotekniikkajärjestelmien yhteiskoekäyttö tehdään järjestelmäkohtaisien koekäyttöjen jälkeen. TATE-asiantuntijan ei välttämättä tarvitse suorittaa kaikkea itse, mutta hänen vastuullaan on huolehtia tarvittavat toimenpiteet ja dokumentoinnit tehdyiksi. [19]

Samoin TATE-asiantuntija on vastuussa siitä että talotekniikkaan liittyvät mittaukset ja säädöt tehdään ja dokumentoidaan [19]. Näillä tarkoitetaan mm. ilmanvaihto-, lämmitys- ja käyttövesijärjestelmien virtausmittauksia ja säätöjä sekä äänimittauksia. Mittaukset ja säädöt tehdään hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen. Mittaustulokset ja asetetut säätöarvot dokumentoidaan pöytäkirjoihin. [14] Äänimittaukset tehdään yleensä yhteiskoekäytön yhteydessä [19].

Käyttäjäkoulutuksen ideana on antaa käyttäjille heitä koskevien teknisten järjestelmien perustiedot ja niiden käytönopastus. Lisäksi käyttäjille luovutetaan tapauskohtaisesti kirjallinen ohje, joka sisältää mm. ohjeet pysäköintiin, poikkeustilanteen toimintaohjeet, lämmitys-, jäähdytys-, sähkö- ja ilmanvaihtojärjestelmien perustiedot, turvallisuusohjeet sekä kiinteistön huoltoon ja ylläpitoon liittyvät yhteystiedot. Ohjeessa pyritään esittämään asiat käyttäjälähtöisesti, eli tekniset yksityiskohdat jätetään pois ja käsitellään vain käyttäjiä koskevat asiat kuten säätömahdollisuudet, käyttöohjeet, käytössä huomioitavat asioita ja toimintaohjeet mahdollisissa vikatapauksissa. Ohjeen laajuudesta tulee sopia käyttäjän kanssa etukäteen. [10] Käyttäjäkoulutusten ja käyttäjien ohjeistamisen järjestämisvastuu talotekniikan osalta on TATE-asiantuntijalla [19].

Luovutusaineisto sisältää mm. kaikki lopulliset piirustukset, tarkastusasiakirjan, viranomaistarkastusten ja katselmusten pöytäkirjat, työnohtajien hyväksyntätodistukset, teknisten järjestelmien tarkastus- ja toteutuspöytäkirjat sekä urakoitsijoiden luovutus-kansiot. Luovutusaineistoa kasataan rakennustöiden edetessä sitä mukaa kun aineistoa syntyy. Luovutusaineisto luovutetaan, kun kaikki lopullinen dokumentaatio on tehty. [15] TATE-asiantuntija vastaa luovutusaineistosta talotekniikan osalta [19].

Huoltokirjan laatimisen tavoitteena on avustaa kiinteistön käyttäjää ja omistajaa toteuttamaan kiinteistön huoltoon liittyvät toimenpiteet oikein ja oikeaan aikaan. Huoltokirjan sisältö määritetään jo projektin alussa ja dokumentit kerääntyvät rakentamisen edetessä. Huoltokirja sisältää mm. materiaaliluettelon, kunnossapitotaksot, käyttöaikataivoitteet, erilaiset huoltotaulukot, laitteiden käyttöohjeet, ohjeelliset käyttöarvot sekä urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien yhteystiedot. [10] Rakentamismääräyskokoelman

mukaan rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen tulee loppukatselmukseen mennessä olla siinä valmiudessa, että kiinteistön huolto ja kunnossapito voidaan sen avulla aloittaa niiden rakennusosien osalta, jotka ovat katselmukseen mennessä valmistuneet [23]. Huoltokirja-aineiston kokoamiseen TATE-asiantuntija vain osallistuu [19].

5 Päätelmät

Työn tarkoituksena oli yhdistää ja vakioida NCC Rakennus Oy:llä työskentelevien talotekniikka-asiantuntijoiden toimintatapoja. Työn tärkeimpänä konkreettisena tuloksena oli luoda TATE-asiantuntijoiden tehtäväluettelo, johon on merkitty TATE-asiantuntijoiden roolit eri tehtävissä ja urakkamuodoissa.

Työn tavoitteisiin päästiin, eli työn pohjalta valmistui tehtäväluettelo. Tehtäväluettelosta tuli varsin kattava, selkeä ja johdonmukainen. Tarkoituksena on, että tehtäväluettelo jäisi NCC Rakennus Oy:lle käyttöön ja sitä kehiteltäisiin ajan mittaan lisää. Tehtäväluettelossa määritetyissä rooleista voidaan poiketa, mutta tärkeää oli luoda jonkinlainen standardi, jota voidaan pitää toiminnan perustana. Seuraavaksi tehtäväluettelo pitää saada sisäistettyä NCC:n henkilöstölle.

Tehtäväluettelon huonona puolena mainittakoon, että sitä täytyy osata lukea oikealla ajatuksella. Kun tehtävät on jaettu vain kolmelle eri roolille, syntyy merkityseroja välttämättä. Esimerkiksi tehtävään osallistuminen voi tarkoittaa hyvin tiivistä paneutumista tehtävään tai sitä, että avustetaan vain jos joku apua tarvitsee. Tehtävien työllistämää tuntimäärää on siis nykyisestä tehtäväluettelon versiosta hankala arvioida, mikäli ei todella tunne tehtävien sisältöä ja luonnetta. Tämän vuoksi on myös varottava, miten esimerkiksi muut työmaan toimihenkilöt tehtäväluetteloa käyttävät.

Ehdotan, että TATE-asiantuntijoiden tehtäväluettelon tehtävät sidottaisiin aikaan. Täten tehtäväluettelon tehtäville olisi jotenkin arvioitavissa jokin työllistävä tuntimäärä. Tämän avulla TATE-asiantuntijaresursseja voitaisiin kenties ohjata eri projekteihin tehokkaammin. Ohjeellinen tuntimäärä tuskin pitäisi tarkalleen paikkaansa, mutta jollain keskiarvoilla saataisiin ainakin jotain viitteellisiä ohjearvoja. Tilanne varmasti paranisi verrattuna siihen, että nykyisin ajankäytöt on jouduttu arvioimaan kokemuseräisesti.

Tämän insinööriyön tekeminen oli allekirjoittaneelle todella antoisa oppimiskokemus. Työn tekeminen vaati laajaa perehtymistä mm. TATE-asiantuntijoiden tehtäviin, rakennusprojektien eri sopimusosapuolten vastuualueisiin ja NCC:n omiin toimintajärjestelmiin. Tämän insinööriyön myötä oppimistani asioista tulee varmasti olemaan hyötyä jatkossa.

Lähteet

- 1 Tietoa NCC:stä. 2014. Verkkodokumentti. NCC. <http://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/>. Luettu 20.3.2015.
- 2 NCC-yhtiöt Suomi ja lähialueet. Vuosikatsaus 2013. NCC. Verkkodokumentti. http://www.ncc.fi/documents/annual-reports/ncc_vuosikatsaus_2013_fi.pdf. Luettu 20.3.2015
- 3 Tietoa NCC:stä. 2014. Historia. Verkkodokumentti. NCC. <http://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/ncc-suomessa/historia/> Luettu 20.3.2015
- 4 NCC Rakennus. 2014. Verkkodokumentti. NCC. <http://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/ncc-suomessa/ncc-rakennus/>. Luettu 20.3.2015
- 5 NCC-yhtiöt Suomessa. 2014. Verkkodokumentti. NCC <http://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/ncc-suomessa/>. Luettu 20.3.2015
- 6 The birth of NCC. 2014. Verkkodokumentti. NCC. <http://www.ncc.se/en/about-ncc/the-birth-of-ncc/>. Luettu 20.3.2015
- 7 Toteutus- ja urakkamuodot. 2013. Verkkodokumentti. Oulun Yliopisto. https://noppa oulu.fi/noppa/kurssi/460165a/luennot/460165A_toteutus-ja_urakkamuodot_luento_26.11.13_toteutus_ja_urakkamuodot_sopimukset_1.pdf. Luettu 24.3.2015.
- 8 Rakennushankkeen sopimussuhteet ja eri urakkamuodot. Verkkodokumentti. Sähköala.fi http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi_FI/Sopimussuhteet%20/. Luettu 24.3.2015.
- 9 RT 16-10768. Urakkamuodot ja -asiakirjat. 2002. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 10 Pro3-toimintajärjestelmä. NCC:n sisäinen intranet. Luettu välillä 3-10/2015.
- 11 Sisäilmastoluokitus 2008. Verkkodokumentti. Sisäilmayhdistys ry. <http://whm12.louhi.net/~sisailma/wp-content/uploads/2013/03/sisailmastoluokitus2008-esittely.pdf>. Luettu 12.8.2015.
- 12 RT 10-11129. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 13 Talotekniikka, päivätoteutus. 2013. Verkkodokumentti. Metropolia Ammattikorkeakoulu. <http://www.metropolia.fi/haku/koulutustarjonta-nuoret-tekniikka-ja-liikenne/talotekniikka/>. Luettu 14.8.2015.

- 14 LVI 01-10355. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- 15 Työmaainsinöörin haastattelu Espoossa 19.8.2015 ja 24.8.2015.
- 16 Pulkkinen Timo. 2012. Rakennustyömaan ja kiinteistön liittymät. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu.
- 17 Lindholm Joachim. 2015. Rakennushankkeen eri urakkamuodoista. Artikkelit 1.7.2015. Suomen Kiinteistölehti.
<http://www.kiinteistolehti.fi/2015/07/01/rakennushankkeen-eri-urakkamuodoista/>
- 18 Heikkinen, Saikkonen & Toikka. 2014. Insinööriyön suunnittelupalaveri. 18.12.2014, Helsinki.
- 19 Heikkinen, Toikka, Saikkonen, Alanko ja Pukki. 2015. Tehtäväluettelon workshop-palaverit. Helsinki 6.5.2015, 13.5.2015, 15.5.2015 ja 22.5.2015.
- 20 Heikkinen, Toikka, Saikkonen, Paukku ja Tauriainen. 2015. Tehtäväluettelon esittelypalaveri. Helsinki 17.6.2015.
- 21 Starnet. NCC:n sisäinen intranet. Luettu 3-10/2015.
- 22 Aalto Sonja. 2011. Lisä- ja muutostöiden käsittely tavoitehintaissa projektinjohtourakassa. Opinnäytetyö. Saimaan ammattikorkeakoulu.
- 23 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet. 2000. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A4. Helsinki: ympäristöministeriö.